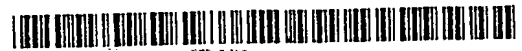


(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
7. Dezember 2000 (07.12.2000)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 00/73818 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01S 13/86.
13/93, 17/93, 17/02

[DE/DE]: Im Mehl 3, D-76229 Karlsruhe (DE). UHLER,
Werner [DE/DE]: Augsteinerstr. 11, D-76646 Bruchsal
(DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/01667

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Mai 2000 (25.05.2000)

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
199 23 920.7 26. Mai 1999 (26.05.1999) DE
199 34 670.4 23. Juli 1999 (23.07.1999) DE

Veröffentlicht:

- Mit internationalem Recherchenbericht.
- Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eintreffen.

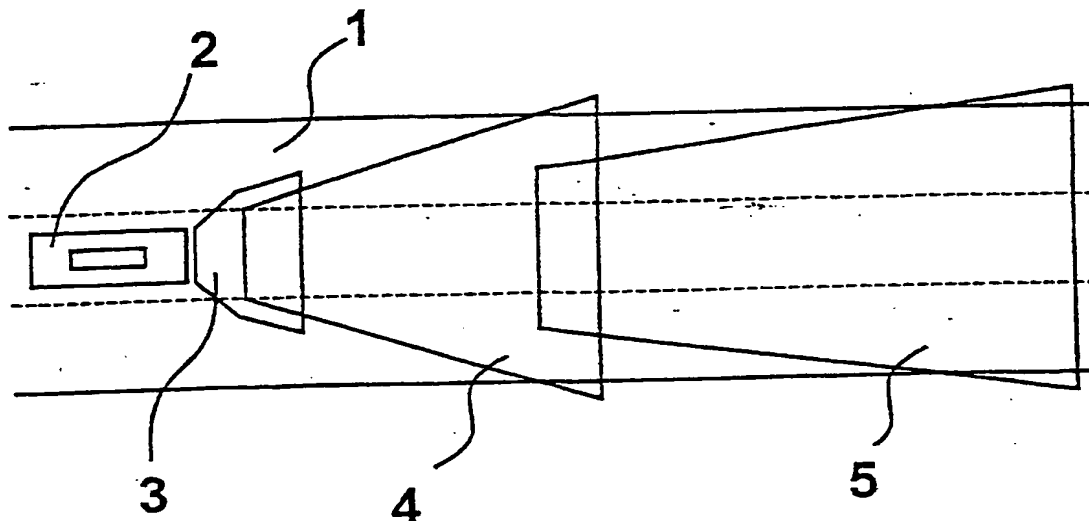
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02
20, D-70442 Stuttgart (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WINNER, Hermann

(54) Title: OBJECT DETECTION SYSTEM

(54) Bezeichnung: OBJEKTDETEKTIONSSYSTEM



(57) Abstract: The invention relates to an object detection system, in particular, for a vehicle. Said object detection system consists of a combination of at least three object detectors, each of which has a different detection area and/or a different detection range.

(57) Zusammenfassung: Objektdetektionssystem, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, wobei das Objektdetektionssystem aus einer Kombination von wenigstens drei Objektdetektoren besteht, die jeweils einen anderen Detektionsbereich und/oder eine andere Detektionsreichweite aufweisen.

BEST AVAILABLE COPY

5

10 Objektdetektionssystem

Die vorliegende Erfindung betrifft ein
Objektdetektionssystem. Ein solches System kann
beispielsweise im Rahmen einer adaptiven
15 Fahrgeschwindigkeits- und/oder Abstandsregelung eines
Kraftfahrzeugs eingesetzt werden. Ein solche Regelung kann
ohne Eingriff durch den Fahrer eine zuvor eingestellte
Fahrgeschwindigkeit und/oder einen zuvor eingestellten
Abstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug oder zu sich in
20 Fahrtrichtung befindlichen Gegenständen und/oder Objekten
regeln. Dies geschieht unter entsprechender Berücksichtigung
des Umfelds des Kraftfahrzeuges und gegebenenfalls weiterer
Parameter wie beispielsweise den Witterungs- und
Sichtbedingungen. Eine solche Regelung wird auch als
25 Adaptive-Cruise-Control-System (ACC-System) bezeichnet. Das
ACC-System muß insbesondere mit Blick auf die steigende
Verkehrsdichte der heutigen Zeit flexibel genug sein, um auf
alle Fahrsituationen geeignet zu reagieren. Dies erfordert
wiederum eine entsprechende Objektdetektionssensorik, um in
30 jeder Fahrsituation die für die Regelung notwendigen
Meßdaten zu liefern.

Stand der Technik

Zur Objektdetektion bieten sich eine Vielzahl verschiedener technischer Konzepte/Systeme an, von denen einige im
5 folgenden näher erläutert werden.

Aus der DE 43 30 476 A1 ist ein optisches Radarsystem für ein Kraftfahrzeug bekannt. Das Radarsystem enthält im wesentlichen eine lichtemittierende Einheit zur Emission von
10 Licht in Richtung eines Zielobjektes, und eine lichtempfangende Einheit zum Einfangen des Lichts, das von dem Zielobjekt reflektiert worden ist. Die lichtempfangende Einheit enthält eine Kondensorlinse, die angeordnet ist, um das reflektierte Licht einzufangen, sowie ein
15 lichtempfindliches Element, das bei einer Position angeordnet ist, die von einem Brennpunkt der Kondensorlinse um eine im voraus ausgewählte Entfernung in einen bilderzeugenden Raum von ihr versetzt angeordnet ist, um dem Licht ausgesetzt zu sein, das sich von der Kondensorlinse
20 her kommend ausbreitet, um einen engeren Detektionsbereich für ein entferntes Zielobjekt und einen weiteren Detektionsbereich für ein nahes Zielobjekt sicherzustellen. Mit anderen Worten: Um einen engeren Detektionsbereich für ein entferntes Zielobjekt und einen weiteren
25 Detektionsbereich für ein dichtes Zielobjekt sicherzustellen, werden ein erstes und ein zweites lichtempfindliches Element bei entsprechenden Positionen in einem bilderzeugenden Raum einer ersten und einer zweiten Kondensorlinse angeordnet.
30 Ein solches auf Lichtemission und Lichtaufnahme basierendes optisches Radarsystem wird im folgenden auch als LIDAR-Sensor (Light Detection And Ranging) bezeichnet.

Aus der DE 197 13 826 A1 ist eine Radarvorrichtung und ein
35 diese Radarvorrichtung verwendendes

Fahrzeugsicherheitsabstands-Steuersystem bekannt. Die Radarvorrichtung weist einen sich drehenden Polygonspiegel mit einer Mehrzahl von mit unterschiedlichen Winkeln geneigten Spiegeloberflächen auf. Eine Halbleiterlaserdiode und eine Kollimatorlinse sind über dem Polygonspiegel angeordnet. Ein Infrarotpulsstrahl, der von der Laserdiode abgegeben wird, wird von einem Reflexionsspiegel reflektiert, der an einer oberen Stelle vor dem Polygonspiegel angeordnet ist, um den Pulsstrahl schräg nach unten zu dem sich drehenden Polygonspiegel hin derart zu reflektieren, daß der Pulsstrahl als ein Sendestrahl reflektiert wird, der zu einem Meßbereich in einer vorderen Richtung hin fortschreitet. Eine Lichtaufnahmeeinrichtung nimmt den Sendestrahl auf, der von einem Objekt zurückkehrt, das sich innerhalb des Meßbereichs befindet. Durch die Verwendung des sich drehenden Polygonspiegels ist eine zweidimensionale Abtastung in vorderer Richtung möglich, wobei durch die Drehung des Polygonspiegels eine horizontale Schwenkung des Pulsstrahls und durch die mit unterschiedlichen Winkeln geneigten Polygonspiegelflächen eine vertikale Schwenkung des Pulsstrahls möglich ist. Auf Grundlage der Zeit zwischen einem Senden des Pulsstrahls und einem Aufnehmen des reflektierten Strahls bestimmt eine Berechnungsschaltung einen Abstand, einen Winkel und eine Relativgeschwindigkeit zu einem erfaßten vorausfahrenden Fahrzeug.

Eine solche auf Licht basierende Radarvorrichtung wird im weiteren ebenfalls als LIDAR-Sensor bezeichnet.

Aus der DE 195 30 065 A1 ist ein monostatischer FMCW-Radarsensor für ein Fahrzeug zur Detektion von Objekten bekannt. Bei diesem Radarsensor werden über Antennen-Feeds, die sowohl zum Senden als auch zum Empfangen eines entsprechenden Echosignals ausgebildet sind, hochfrequente Mikrowellenstrahlen (im Bereich von ca. 76 bis 77 GHz)

abgestrahlt. Die Strahlen werden in Sende- und Empfangsrichtung von im Strahlengang liegenden dielektrischen Stielstrahlern konzentriert und von einer dielektrischen Linse fokussiert. Die Millimeter-Wellen werden mittels eines Gunn-Oszillators erzeugt, der von einem Stabilisierungsnetzwerk angesteuert wird, das ein Linearisierungsnetzwerk mit einem Frequenzregler enthält. Die so erzeugten Millimeter-Wellen werden über Leitungen auf parallel geschaltete Ratraceringe geführt, um von dort über die Antennen-Feeds abgestrahlt zu werden. Die von einem möglichen Zielobjekt reflektierten Millimeter-Wellen gelangen über die Antennen-Feeds, die Ratraceringe und über Ringmischer zur weiteren Signalverarbeitung. Über die Ringmischer wird ein Teil der Energie des Gunn-Oszillators abgezweigt und heruntergemischt. Für die weitere Signalbearbeitung ist für jeden Empfangskanal eine gesonderte Auswertung vorhanden, die unter anderem einen Verstärker, einen Tiefpaßfilter, einen nachgeschalteten Bewertungsfilter und einen A/D-Wandler enthält. Die nach der A/D-Wandlung erhaltenen Signale werden mittels einer Fast-Fourier-Transformation ausgewertet.

Ein entsprechend ausgelegter FMCW-Radarsensor hat eine Reichweite von ca. 150 m und wird bevorzugt für die Detektion von einem oder mehreren Objekten bei einem Fahrzeug eingesetzt.

Ein solcher FMCW-Radarsensor wird im folgenden auch als ACC-Radarsensor (Addaptive Cruise Control) oder einfach ACC-Sensor bezeichnet.

Die DE 197 24 496 A1 offenbart eine Hinderniserfassungsvorrichtung und eine diese verwendende Insassensicherheitsvorrichtung. Die Hinderniserfassungsvorrichtung ermittelt die Entfernung zwischen einem Hindernis und einem Fahrzeug mittels zweier Entfernungsmeßsensoren, und umfaßt eine Aufprallwinkelberechnungseinrichtung, bei der eine

Vielzahl von Positionen des Hindernisses durch Triangulation auf der Basis der durch die beiden Entfernungsmeßsensoren bereitgestellten Entfernungsinformation berechnet werden.

Es wird zudem aus dem Ort des Hindernisses, der mittels der

berechneten Vielzahl der Positionen des Hindernisses berechnet wird, ein zwischen dem Hindernis und dem Fahrzeug gebildeter Aufprallwinkel bestimmt. Die beiden zum Einsatz kommenden Entfernungsmeßsensoren sind links und rechts am vorderen Teil eines Kraftfahrzeugs angebracht und sind als

Radarsensoren ausgeführt. Der maßgeblich Entfernungsmeißbereich der Sensoren liegt im Bereich unterhalb eines Meters.

Eine solche Hinderniserfassungsvorrichtung wird im folgenden auch als PreCrash-Sensor oder als Short-Range-Radar bezeichnet.

Aus der US 5,872,536 ist ein Multi-Sensor-Objektdetektionssystem bekannt, das die momentane Entfernung, die relative Geschwindigkeit, den Kollisionswinkel und den Aufprallpunkt eines kollidierenden Objekts bestimmt. Das System besteht aus einer Mehrzahl von Signalgebern, die innerhalb eines bestimmten Winkelbereichs einen vorgegebenen Bereich überwachen. Jeder Signalgeber sendet eine modulierte Trägerwelle aus und empfängt die entsprechende von einem Objekt reflektierte modulierte Trägerwelle. Aus den reflektierten Signalen wird unter Ausnutzung des

Doppler-Effekts der Abstand des Objekts zu jedem einzelnen Signalgeber anhand der Amplituden der harmonischen Komponenten des reflektierten Signals bestimmt. Anhand der Frequenzen der harmonischen Komponenten des reflektierten Signals wird die momentane Relativgeschwindigkeit zu dem Objekt bestimmt. Eine Aufprallbestimmungseinheit bestimmt anhand der Abstands- und Relativgeschwindigkeitsdaten, ob es zu einer Kollision kommt und wenn ja, wo der Aufprallpunkt liegen wird und unter welchem Winkel es zur Kollision kommt.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel sieht die Verwendung von zwei Signalgebern vor, die in einem Frequenzbereich von 5,8 GHz arbeiten. Die maximale Reichweite des Sensorsystems liegt bei 3 Meter, wobei sich ein besonders sensibler Bereich bis zu einer Reichweite von ca. 1,5 Metern ergibt. Eine solches Sensorsystem wird im folgenden ebenfalls als PreCrash-Sensor oder als Short-Range-Radar bezeichnet.

Aus der DE 42 35 619 C2 ist eine Entfernungsbestimmungseinrichtung für Automobile bekannt, die mit einer Abbildungs- und Bildaufnahmevorrichtung zum Abbilden von Gegenständen in einem vorgegebenen Bereich außerhalb des Automobils ausgestattet ist. Das Entfernungsbestimmungssystem ist mit einem stereoskopischen optischen System versehen und enthält eine stereoskopische Bildverarbeitungsvorrichtung zum Bearbeiten der von dem optischen System gemachten Abbildungen, um dreidimensionale Entfernungsdaten zu berechnen. Das System ist in der Lage in einem Entfernungsbereich zwischen 2 m und 100 m ein mögliches Hindernis und die Form der Straße zu erkennen, sofern das System im oberen Bereich hinter der Windschutzscheibe angeordnet ist. Das stereoskopische optische System enthält Kameras, in denen bildgebende Festkörperelemente, wie CCD (charge coupled device), Verwendung finden. Insgesamt sind in dem System vier CCD-Kameras vorhanden, wobei zwei für die Beobachtung kurzer Distanzen und zwei für die Beobachtung großer Distanzen angeordnet sind.

Eine solche Entfernungsbestimmungseinrichtung wird im folgenden auch als stereoskopische Kamera bezeichnet.

Aus der DE 42 09 536 C2 ist eine Bildzelle für einen Bildaufnehmer-Chip bekannt. Von den Bildzellen ist eine Vielzahl in Form eines zweidimensionalen Arrays angeordnet. Es ist eine Auswertelogik vorgesehen, die zur Abbildung

einer hohen Eingangssignaldynamik auf eine hohe Ausgangssignaldynamik ausgelegt ist. Das lichtempfindliche Element der Bildzelle besteht aus zwei MOS-Transistoren, mit denen die Kompression der Eingangssignaldynamik und die Verstärkung des Ausgangssignals geregelt werden kann. Ein solcher Bildsensor kann insbesondere im sichtbaren Spektralbereich eingesetzt werden.

Eine solche Anordnung von Bildzellen wird im folgenden auch als CMOS-Kamera bezeichnet.

Aus der DE 196 22 777 A1 ist ein Sensorsystem zur automatischen relativen Positionsbestimmung zwischen zwei Objekten bekannt. Das Sensorsystem besteht aus einer Kombination eines winkelunabhängigen Sensors und eines winkelabhängigen Sensors. Der nicht winkelauflösende und somit winkelunabhängige Sensor ist als ein Sensor ausgeführt, der über eine Laufzeitmessung den Abstand zu einem Objekt auswertet. Als mögliche Sensoren werden RADAR-, LIDAR- oder Ultraschallsensoren vorgeschlagen. Der winkelabhängige Sensor besteht aus einer geometrischen Anordnung von optoelektronischen Sendern und Empfängern, die in Form von Lichtschranken angeordnet sind. Die Sensoren, die beide einen gemeinsamen Detektionsbereich abdecken sind räumlich eng benachbart angeordnet. Um eine relative Position zu dem Objekt zu bestimmen, wird mittels des winkelunabhängigen Sensors der Abstand zu dem Objekt und

mittels des winkelauflösenden Sensors der Winkel zu dem Objekt bestimmt. Auf Basis des Abstands und des Winkels zu dem Objekt ist die relative Position zu dem Objekt bekannt. Als Alternative zu der genannten Anordnung von optoelektronischen Sendern und Empfängern wird eine Verwendung von zwei Sensoren vorgeschlagen, die gemeinsam nach dem Triangulationsprinzip den Winkel zu dem Objekt bestimmen.

Die DE 41 10 132 A1 offenbart ein Fahrzeugabstandssteuer-
gerät, das mittels einer Steuereinheit das Drosselstellglied
eines Fahrzeugs, das Bremsstellglied des Fahrzeugs sowie
eine Alarmvorrichtung in dem Fahrzeug ansteuert. Der
5 Steuereinheit werden als Eingangsdaten unter anderem die
Fahrzeuggeschwindigkeit und die Daten zweier Bereichssucher
und eines Spurverfolgungsbereichssuchers zugeführt. Die
beiden Bereichssucher sind als optische Bereichssucher
ausgebildet, die Licht auf ein Objekt abstrahlen und das von
10 dem Objekt reflektierte Licht erfassen. Es sind dabei Typen
vorgesehen, die nach dem Laufzeit- oder dem
Triangulationsprinzip arbeiten. Die beiden Bereichssucher
sind jeweils an den beiden äußeren Seiten an der Frontseite
des Fahrzeugs angebracht und überwachen die vorausliegende
15 Fahrspur auf von benachbarten Spuren her einscherende
Fahrzeuge. Der Spurverfolgungsbereichssucher weist ein Paar
parallel zueinander angeordneter optischer Linsen sowie
entsprechend hinter den Linsen angeordnete Bildsensoren auf.
Der Spurverfolgungsbereichssucher dient dazu, ein in der
20 eigenen Fahrspur vorausfahrendes anderes Fahrzeug zu
beobachten und dieses für die Fahrzeugabstandsregelung
auszuwählen. Falls während des geregelten Betriebs von einem
der beiden Bereichssucher das Einscheren eines Fahrzeugs
festgestellt wird, wird die Alarmvorrichtung aktiviert.
25 Diese Schrift stellt somit eine Kombination von
LIDAR-Sensoren mit einer stereoskopischen Kamera dar.

Die DE 195 18 978 A1 beschreibt ein Hinderniserfassungs-
system für Kraftfahrzeuge, welches zusätzlich zur Entfernung
30 zu einem Hindernis noch dessen Breite und Höhe bestimmen
kann. Die Entfernung zu einem Gegenstand, der sich vor dem
Kraftfahrzeug befindet, und die Breite des Gegenstands,
werden durch eine Laserradarentfernungsmeßeinheit
festgestellt. Auf Grundlage der von der
35 Laserradarentfernungsmeßeinheit gelieferten

Abstandsinformation wird bei einer optischen
Abbildungseinheit, die aus einer vertikal angeordneten
Stereo-Videokameravorrichtung besteht, ein entsprechendes
Fenster zur Abbildung ausgewählt. In Kenntnis der zuvor
5 bestimmten Abstandsinformation ist es im Rahmen der
Bildauswertung möglich, die Größe und somit die Höhe des
detektierten Gegenstands zu bestimmen. Für den Fall, daß
ein Fehler entweder in der Laserradarentfernungsmeßeinheit
oder der Stereo-Videokameraeinheit auftritt, kann zumindest
10 noch die Information in bezug auf die Entfernung zum
Gegenstand oder Hindernis ermittelt werden.
Diese Schrift stellt somit eine Kombination eines
LIDAR-Sensors mit einer stereoskopischen Kamera dar.

15 Aufgabe, Lösung und Vorteile der Erfindung

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein
Objektdetektionssystem anzugeben, das in der Lage ist,
Objekte in einem möglichst großen Detektionsbereich
20 zuverlässig und genau zu detektieren.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß das
Objektdetektionssystem aus einer Kombination von wenigstens
drei Objektdetektoren besteht, die jeweils einen anderen
25 Detektionsbereich und/oder eine andere Detektionsreichweite
aufweisen. Dies hat den Vorteil, daß für jeden einzelnen
Detektionsbereich der für diesen Bereich optimale
Objektdetektor eingesetzt werden kann. Durch diese Maßnahme
können Objekte besonders zuverlässig und genau detektiert
30 werden.

Bei einem Objektdetektionssystem, das insbesondere für ein
System zur adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelung
(ACC-System) in einem Kraftfahrzeug verwendet wird, ist es
35 vorteilhaft, daß die Detektionsbereiche maßgeblich in

Fahrtrichtung vor dem Kraftfahrzeug liegen, wobei sich die Detektionsbereiche überschneiden. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die maximale Detektionsreichweite des Objektdetektors mit der größten Detektionsreichweite wenigstens im Bereich von 100 m liegt und die Detektionsreichweite des Objektdetektors mit der geringsten Detektionsreichweite im Bereich unterhalb von 1 m beginnt. Weiterhin vorteilhaft ist, daß der Detektionsbereich des Objektdetektors mit der größten Detektionsreichweite wenigstens in Teilen des Detektionsbereiches eine Detektionsbreite aufweist, die eine Detektion von Objekten in zu dem eigenen Kraftfahrzeug angrenzenden Fahrspuren ermöglicht. In Bezug auf den Detektionsbereich des Objektdetektors mit der geringsten Detektionsreichweite ist es vorteilhaft, wenn dieser eine Detektionsbreite aufweist, die wenigstens der Breite des eigenen Kraftfahrzeugs entspricht. Hierdurch wird sichergestellt, daß in jedem Detektionsbereich die erforderliche Detektionsbreite überwacht wird.

Besonders vorteilhaft ist es, daß die Objektdetektoren nach wenigstens zwei verschiedenen technischen Konzepten arbeiten. Vorteilhafterweise wird als technisches Konzept wenigstens eines der folgenden eingesetzt:

1. Auf akustischen Signalen basierende Objektdetektion, insbesondere Ultraschall.
2. Auf elektromagnetischer Mikrowellenstrahlung basierende Objektdetektion, insbesondere FMCW-Radar und/oder Pulsradar.
3. Auf Bildauswertung basierende Objektdetektion, insbesondere stereoskopische Kamera und/oder CMOS-Kamera.
4. Auf gebündeltem Licht basierende Objektdetektion, insbesondere LIDAR-Sensor.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform ergibt sich, wenn genau drei Detektionsbereiche unterschieden werden. Hierbei wird im ersten Detektionsbereich ein auf
5 elektromagnetischer Mikrowellenstrahlung basierender Objektdetektor eingesetzt, während im zweiten Detektionsbereich ein auf optischer Strahlung und/oder ein auf Bildauswertung basierender Objektdetektor zum Einsatz kommt. Im dritten Detektionsbereich wird wiederum ein auf
10 elektromagnetischer Mikrowellenstrahlung basierender Objektdetektor verwendet. Diese spezielle Objektdetektoranordnung vereint in ganz besonderer Weise die Vorteile der einzelnen Objektdetektortypen. Bei dieser Anordnung ist es vorteilhaft, daß der erste Objektdetektor
15 eine Detektionsreichweite von ca. 0,5 m bis ca. 7 m aufweist. Der zweite Objektdetektor hat eine Detektionsreichweite von ca. 2 m bis ca. 40 m und der dritte Objektdetektor eine Detektionsreichweite von mehr als ca. 40 m. Bei dieser Anordnung überschneiden sich in besonders
20 vorteilhafter Weise die ersten beiden Detektionsbereiche um ca. 5 m. Der zweite und der dritte Detektionsbereich überschneiden sich ebenfalls. Die auf diese Weise entstehende Überschneidung der Detektionsbereiche kann genutzt werden, um die aus diesen Bereichen stammenden
25 Meßwerte zu gesonderten Auswertungen zu verwenden. Diese gesonderten Auswertungen können beispielsweise ein gemeinsames Tracking der detektierten Objekte im Überschneidungsbereich und/oder eine Funktionsüberwachung der Objektdetektoren und/oder eine Plausibilisierung der
30 Meßdaten sein.

Vorteilhaft ist es weiterhin, daß die Objektdetektoren zu wenigstens einer weiteren Anwendung genutzt werden. Dies
35 kann eine Einparkhilfe, eine Precrash-Erkennung, eine Anfahrüberwachung, eine Straßenoberflächen- beziehungsweise

Zustandserkennung, eine Verkehrszeichenerkennung, eine Sichtweitenerkennung beziehungsweise Sichtweitenbestimmung, eine adaptive Lichtverteilung, eine Scheinwerferhöhenverstellung oder eine Wettererkennung beziehungsweise ein Regensensor sein. Die hat den Vorteil, daß sonstige zusätzliche Sensoren für diese Anwendungen entfallen können.

Ganz besonders vorteilhaft ist es, das Objektdetektionssystem im Rahmen eines Systems zur adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelung einzusetzen, wobei das System in der Lage ist, die Geschwindigkeit kontinuierlich zwischen dem Stillstand und der Höchstgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs zu regeln. Diese um die „Stehen-und-Fahren-Funktionalität“ (Stop & Go) erweiterte adaptive Fahrgeschwindigkeitsregelung ist ein bevorzugtes Anwendungsgebiet des erfindungsgemäßen Objektdetektionssystems.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Zeichnungen detailliert erläutert:

Figur 1 zeigt ein Kraftfahrzeug, das mit dem erfindungsgemäßen Objektdetektionssystem ausgestattet ist.

Figur 2 zeigt das gleiche Fahrzeug mit dem Objektdetektionssystem, jedoch mit beispielhaft detektierten Objekten.

Figur 3 zeigt eine mögliche Anordnung der einzelnen Objektdetektoren im Frontbereich des Kraftfahrzeugs.

Figur 4 zeigt ein Kraftfahrzeug, das mit einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Objektdetektionssystems ausgestattet ist.

5

Figur 5 zeigt ein Kraftfahrzeug, das mit einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Objektdetektionssystems ausgestattet ist.

10

Figur 1 zeigt eine mehrspurige Straße 1, auf der ein Kraftfahrzeug 2 fährt. Das Kraftfahrzeug 2 ist dabei mit dem erfindungsgemäßen Objektdetektionssystem ausgestattet. Das im Rahmen dieses Ausführungsbeispiels vorgestellte Objektdetektionssystem besteht aus einer Kombination von

15 drei Objektdetektoren, die jeweils einen anderen Detektionsbereich aufweisen, wobei sich die Detektionsbereiche teilweise überschneiden. Die in Fahrtrichtung vor dem Kraftfahrzeug liegenden Detektionsbereiche sind mit den Bezugszeichen 3, 4 und 5 bezeichnet. Deutlich erkennbar sind die Überschneidungen zwischen den Bereichen 3 und 4 sowie zwischen den Bereichen 4 und 5. Weiterhin deutlich erkennbar ist, daß jeder der Detektionsbereiche 3, 4 und 5 wenigstens eine Detektionsbreite aufweist, die der Breite des Kraftfahrzeugs 2 entspricht. Die Detektionsbereiche 4 und 5 erfassen in bestimmten Bereichen die zu dem eigenen Kraftfahrzeug 2

15

20

25

30

35

angrenzenden Fahrspuren. Es ist ebenfalls leicht erkennbar, daß alle drei Detektionsbereiche 3, 4 und 5 unterschiedliche Winkelaufweitungen besitzen. Je geringer die Detektionsreichweite eines Detektionsbereiches ist, desto größer ist die Winkelaufweitung des entsprechenden Detektionsbereiches. Der erste Detektionsbereich 3 hat somit die größte Winkelaufweitung und ist damit in der Lage bereits unmittelbar vor dem Fahrzeug 2 eine breite Detektionsabdeckung zur Verfügung zu stellen. Der

Objektdetektor dieses ersten Detektionsbereiches 3 hat eine Detektionsreichweite, die unmittelbar vor dem Kraftfahrzeug beginnt und ca. 7 m in Fahrtrichtung reicht. Der in diesem Bereich eingesetzte Objektdetektor kann beispielsweise ein auf elektromagnetischer Mikrowellenstrahlung basierender sogenannter Short-Range-Radar sein, wie er im Rahmen der Würdigung des Standes der Technik beschrieben worden ist. Insbesondere, wenn der Short-Range-Radar schon unmittelbar vor dem Kraftfahrzeug 2 eine große Detektionsbreite aufweisen soll, kann es erforderlich sein, mehr als einen Short-Range-Radar an der Front des Kraftfahrzeuges 2 anzubringen. Dieser Objektdetektor kann zusätzlich zur Kombination mit den weiteren Objektdetektoren zu einem Objektdetektionssystem zu weiteren Anwendungen wie beispielsweise der Einparkhilfe, der Precrash-Erkennung oder der Anfahrüberwachung verwendet werden. Der zweite in diesem Ausführungsbeispiel dargestellte Detektionsbereich 4 kann beispielsweise ein auf optischer Strahlung und/oder ein auf Bildauswertung basierender Objektdetektor sein. Ein möglicher auf optischer Strahlung beziehungsweise Laserstrahlung basierender Objektdetektor kann ein LIDAR-Sensor sein, wie er im Rahmen der Würdigung des Standes der Technik beschrieben worden ist. Dieser LIDAR-Sensor, der ein Detektionsbereich von ca. 2 m bis zu 40 m abdeckt, weist in diesem Bereich eine besonders scharfe laterale und vertikale Erfassung der zu detektierenden Objekte auf. Dies rührt von dem stark gebündelten Lichtstrahl eines solchen Systems her. Kommen beispielsweise Infrarotstrahlen zum Einsatz, so ist eine Bündelung von weniger als 1° möglich. Ein solcher LIDAR-Sensor bietet darüber hinaus den Vorteil, daß er beispielsweise zusätzlich zur Sichtweitenerkennung oder zur Wettererkennung beziehungsweise als Regensensor eingesetzt werden kann. Voraussetzung für die Möglichkeit der Sichtweitenerkennung ist hierbei, daß der LIDAR-Sensor eine Spektrenmessung des

reflektierten Lichtstrahls vornehmen kann. Alternativ oder auch zusätzlich zu dem beschriebenen LIDAR-Sensor für den Detektionsbereich 4, kann für diesen Bereich auch eine stereoskopische Kamera und/oder eine CMOS-Kamera eingesetzt werden, wie sie im Rahmen der Würdigung des Standes der Technik beschrieben worden ist. Eine solche Kamera bietet insbesondere im Zusammenhang mit einem System zur adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelung (ACC-System) den Vorteil, daß eine verbesserte Objektklassifikation möglich ist. Weiterhin bietet die Kamera den Vorteil, daß parallel zur Objektklassifikation eine Fahrspurerkennung durchgeführt werden kann. Hierdurch kann ein im Speicher abgelegtes detektiertes Objekt beispielsweise mit dem Attribut „in eigener Fahrspur“ oder „nicht in eigener Fahrspur“ versehen werden, was Vorteile bei der weiteren Behandlung/Auswertung der Objektdaten bietet. Eine solche Kamera kann beispielsweise zusätzlich zur Erkennung von Verkehrsschildern, als Sichtweitensensor, für eine adaptive Lichtverteilung (ALV) oder in Kombination oder anstatt mit einem Nickwinkelsensor zur Leuchtweitenregelung/Höhenverstellung der Scheinwerfer eingesetzt werden. Die vorgeschlagenen Detektoren für diesen zweiten Detektionsbereich 4 werden von äußeren Einflüssen wie Nebel, Regen oder Schnee mehr oder weniger stark beeinflusst, da sie von der optischen Sichtweite abhängig sind. Aus diesem Grund bietet sich für den dritten Detektionsbereich 5 insbesondere ein Objektdetektor an, der diese Abhängigkeit nicht besitzt, da die Auswirkungen durch äußere Einflüsse mit größer werdender Entfernung vom eigenen Kraftfahrzeug 2 stark zunehmen. Hierzu kann beispielsweise ein Radarsensor eingesetzt werden, wie er von adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelungen wie zum Beispiel Adaptive Cruise Control (ACC) bekannt ist und wie er im Rahmen der Würdigung des Standes der Technik beschrieben worden ist. Dieser ACC-Radarsensor weist einen Detektionsbereich auf,

der eine Reichweite von bis zu 150 m und wenigstens in
Teilen des Detektionsbereiches eine Detektionsbreite von bis
zu drei Fahrspuren und breiter besitzt. Im allgemeinen ist
die Detektionsbreite eines ACC-Radarsystems
5 entfernungsabhängig und weitet sich in der Regel vom ACC-
Radarsensor ausgehend fächerförmig auf. Ein solches ACC-
Radarsystem arbeitet üblicherweise in einem Frequenzbereich
von ca. 77 GHz. Der Übergangsbereich zwischen den
Detektionsbereichen 4 und 5 liegt in diesem
10 Ausführungsbeispiel bei ca. 40 m. Es sind jedoch auch
Überschneidungen möglich, die einen größeren und/oder
kleineren Überschneidungsbereich der einzelnen
Detektionsbereiche aufweisen. Ein entsprechendes
Ausführungsbeispiel wird im Rahmen der Erläuterung zu Figur
15 4 beschrieben. Es wird somit in Figur 1 ein
Objektdetektionssystem gezeigt, das durch die
erfindungsgemäße Kombination von drei Objektdetektoren einen
Detektionsbereich mit einer Länge bis zu 150 m und einer
Breite von bis zu drei Fahrspuren und breiter abdeckt.

20 In Figur 2 ist wiederum eine mehrspurige Straße 1, ein
Kraftfahrzeug 2 mit einem erfindungsgemäßen
Objektdetektionssystem, sowie ein erster Detektionsbereich
3, ein zweiter Detektionsbereich 4 und ein dritter
25 Detektionsbereich 5 dargestellt. Zusätzlich sind in Figur 2
gegenüber Figur 1 drei mögliche Zielobjekte 6, 7 und 8, in
diesem Ausführungsbeispiel als Kraftfahrzeuge, dargestellt.
Im allgemeinen ist das Objektdetektionssystem jedoch in der
Lage verschiedenste stehende und/oder bewegte Ziele zu
30 detektieren. Dies können beispielsweise im innerstädtischen
Verkehr auch Fußgänger und/oder Fahrradfahrer sein, die die
Straße 1 vor dem Kraftfahrzeug 2 überqueren beziehungsweise
betreten. In der vorliegenden Fahrsituation wird das
Kraftfahrzeug 6 von dem ersten Detektionsbereich 3 und vom
35 zweiten Detektionsbereich 4 erfaßt. Das zweite Kraftfahrzeug

7 wird von den Detektionsbereichen 4 und 5 erfaßt, während das Kraftfahrzeug 8 nur vom Detektionsbereich 5 erfaßt wird.

5 Wäre beispielsweise nur das Kraftfahrzeug 8 auf der Straße vorhanden, so könnte mit dem erfindungsgemäßen Objektdetektionssystem festgestellt werden, daß sich das Kraftfahrzeug 8 in einer zur eigenen Fahrspur des Kraftfahrzeugs 2 angrenzenden Fahrspur befindet. Dies kann beispielsweise bei Einsatz eines stereoskopischen
10 Kamerasystems und/oder einer CMOS-Kamera durch eine Fahrspurerkennung bis ca. 50 m mit anschließender Extrapolation der Fahrspur geschehen. Ebenso möglich wäre eine auf den Daten des ACC-Radarsensors basierende Fahrbahnranderkennung zur Bestimmung der Fahrspuren.
15 Weiterhin möglich wäre eine Projektion des eigenen Fahrschlauchs, die zusätzlich zu den Daten der Objektdetektoren beispielsweise einen Drehratensensor und weitere unterstützende Sensorik auswertet. Dieser projizierte eigene Fahrschlauch entspricht dann in der Regel
20 der eigenen vorausliegenden Fahrspur. Das Kraftfahrzeug 8 würde somit keinen Einfluß auf die Regelung des eigenen Kraftfahrzeugs 2 haben und das Kraftfahrzeug 2 würde seine Fahrt ungehindert fortsetzen. Bei einem System zur adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelung (ACC) würde dies beispielsweise
25 zur Folge haben, daß das eigene Kraftfahrzeug 2 auf die vom Fahrer voreingestellte Wunschgeschwindigkeit beschleunigt wird.

30 Wäre beispielsweise nur das Kraftfahrzeug 7 als einziges Zielobjekt vor dem eigenen Kraftfahrzeug 2 auf der Straße vorhanden, so würde das Objektdetektionssystem feststellen, daß sich dieses Kraftfahrzeug 7 in der eigenen vorausliegenden Fahrspur befindet. Dies hätte bei einem System zur adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelung (ACC)
35 beispielsweise zur Folge, daß das Kraftfahrzeug 7 als

Zielobjekt für eine Regelung ausgewählt wird. Das System zur adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelung (ACC) würde, falls das eigene Kraftfahrzeug 2 zu schnell beziehungsweise zu dicht auf das Kraftfahrzeug 7 auffährt, das Kraftfahrzeug 2 automatisch verzögern. Es würde die automatische Regelung des adaptiven Fahrgeschwindigkeitsreglers (ACC) einsetzen, der das Kraftfahrzeug 2 in einem sicheren Abstand hinter dem Kraftfahrzeug 7 hält. Für den Fall, daß sich das Kraftfahrzeug 7 schneller vorwärts bewegt als das eigene Kraftfahrzeug 2, würde das eigene Kraftfahrzeug 2 automatisch auf die vom Fahrer voreingestellte Wunschgeschwindigkeit beschleunigt werden. Dieser letzte Betriebsfall entspricht der Tempomat-Funktion.

Wäre auf der vorausliegenden Straße lediglich das Kraftfahrzeug 6 vorhanden, so würde dies von den Detektionsbereichen 3 und 4 erfaßt werden. Würde dieses Kraftfahrzeug 6 nun aus unerklärlichen Gründen plötzlich abbremsen, so würde von dem in diesem Detektionsbereich verwendeten Short-Range-Radar diese Gefahr für das Kraftfahrzeug 2 unmittelbar erkannt. Wird von dem Short-Range-Radar festgestellt, daß eine Kollision mit dem Kraftfahrzeug 6 unvermeidlich erscheint, so wird von diesem Short-Range-Radar ein entsprechendes Precrash-Signal abgegeben. Dieses Signal kann genutzt werden um im Kraftfahrzeug 2 Maßnahmen einzuleiten, die das Kraftfahrzeug 2 auf den bevorstehenden Crash vorbereiten. Dies kann beispielsweise das Straffen der Sicherheitsgurte und/oder die Vorbereitung der Airbagauslösung sein.

Immer dann, wenn sich ein Zielobjekt im Überschneidungsbereich von zwei Detektionsbereichen befindet, wie es in der Figur 2 das Kraftfahrzeug 6 zwischen den Detektionsbereichen 3 und 4 und das Kraftfahrzeug 7 zwischen den Detektionsbereich 4 und 5 ist, können die

redundanten Meßwerte die aus diesem Überschneidungsbereich geliefert werden, zu gesonderten Auswertungen genutzt werden. Hierbei ist in erster Linie das gemeinsame Tracking also die Zielverfolgung der detektierten Objekte im Überschneidungsbereich zu nennen. Dieses gemeinsame Tracking bietet im Betrieb funktionelle Vorteile, wie beispielsweise die Erhöhung der Meßgenauigkeit oder die Detektionssicherheit. Da es bei einem Objektdetektor unter Umständen zu Meßaussetzern kommen kann, es jedoch weniger wahrscheinlich ist, daß zwei Objektdetektoren gleichzeitig einen Meßaussetzer aufweisen, kann somit durch die redundanten Daten von zwei Objektdetektoren die Detektionssicherheit erhöht werden. Ein weiterer Vorteil des gemeinsamen Trackings ist die schnellere und sicherere Übergabe eines beobachteten Zielobjektes von einem Detektionsbereich in den nächsten Detektionsbereich bei der Auswertung der Daten der Objektdetektoren. Weiterhin möglich ist eine Funktionsüberwachung der Objektdetektoren anhand dieser Meßwerte und/oder eine Plausibilisierung der Meßdaten selbst. Hierbei kann überprüft werden, inwieweit die Meßdaten der unterschiedlichen Objektdetektoren übereinstimmen und eine mögliche Dejustage und/oder Ausfall und/oder Verschmutzung des Objektdetektionssystems bestimmt werden. Gegebenenfalls können die Meßdaten zu einer Justage und/oder Kalibrierung eines Objektdetektors genutzt werden.

Insbesondere mit Blick auf zukünftige Funktionserweiterungen im Rahmen eines Systems zur adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelung wie der Stop & Go-Funktionalität kann das erfindungsgemäße Objektdetektionssystem bevorzugt eingesetzt werden. Hierbei muß das System in der Lage sein, die Geschwindigkeit kontinuierlich zwischen dem Stillstand und der Höchstgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs zu regeln. Diese um die „Stehen-und-Fahren-Funktionalität,“ (Stop & Go)

erweiterte adaptive Fahrgeschwindigkeitsregelung
(Stop & Go-System) ist eine Weiterentwicklung, die heutige
Systeme in der Regel nicht bieten. Vielmehr werden heutige
Systeme beispielsweise in einem Geschwindigkeitsbereich
5 unterhalb von 30 Stundenkilometern automatisch deaktiviert.
Die erweiterte Stop & Go-Funktionalität erfordert die
Reaktion des Systems auf stehende Objekte, die schnelle
Reaktion auf in die eigene Fahrspur einscherende Fahrzeuge
im dichten Verkehr und die Möglichkeit der automatischen
10 Geschwindigkeitsreduktion bis hin zum vollständigen Stop des
eigenen Fahrzeugs. Eine weitere mögliche Funktionalität
eines Stop & Go-Systems ist das „bedingte Go“. Hierbei
erhält der Fahrer eines sich im Stand befindlichen Fahrzeugs
einen Hinweis, daß ein vor ihm stehendes Fahrzeug angefahren
15 ist. Wenn der Fahrer aufgrund dieses Hinweises eine
entsprechende Bestätigung auslöst (beispielsweise mittels
eines Bedienhebels oder einer Spracheingabe wie „Go“) kann
das eigenen Fahrzeug automatisch anfahren.

20 Figur 3 zeigt eine mögliche Anordnung der einzelnen
Objektdetektoren des Objektdetektionssystems. Dargestellt
ist eine Straße 9, auf der sich ein Kraftfahrzeug 10 in
Fahrtrichtung 11 bewegt. Die in diesem Ausführungsbeispiel
verwendeten Objektdetektoren sind ein Short-Range-Radar 12,
25 ein LIDAR-Sensor 13, eine stereoskopische Kamera und/oder
eine CMOS-Kamera 14 und ein ACC-Radarsensor 15. Der Short-
Range-Radar 12 besteht in diesem Ausführungsbeispiel aus
einer zweigeteilten Sensorik, um auch in geringen
Entfernungen vor dem eigenen Kraftfahrzeug 10 die volle
30 Detektionsbreite aufzuweisen. Wie aus der Figur 3
ersichtlich, kann die stereoskopische Kamera 14
beispielsweise an einer hochgelegenen Position im Innenraum
des Kraftfahrzeugs, beispielsweise hinter dem inneren
Rückspiegel, angebracht werden.

Unter der Voraussetzung, daß für den Detektionsbereich 16 ein Objektdetektor zum Einsatz kommt, der auch in diesen kurzen Entfernungen noch Meßwerte von hinreichender Genauigkeit liefert, bietet diese gegenüber Figur 1 vergrößerte Redundanz der Detektionsbereiche alle im Rahmen der bisherigen Beschreibung genannten Vorteile.

Figur 5 zeigt ein Kraftfahrzeug 2, das mit einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Objektdetektionssystems ausgestattet ist. Hierbei bewegt sich analog zu den Figur 1 und 4 ein Kraftfahrzeug 2 auf einer mehrspurigen Straße 1. Das Kraftfahrzeug 2 ist mit einem erfindungsgemäßen Objektdetektionssystem ausgestattet. Die Detektionsbereiche 3 und 4 sind identisch mit den in den Figuren 1 und 4 gezeigten Detektionsbereichen 3 und 4. Im Gegensatz zu den in den Figuren 1 und 4 gezeigten Ausführungsformen ist bei diesem Ausführungsbeispiel der Detektionsbereich 17 des Objektdetektors mit der größten Detektionsreichweite ein anderer. Deutlich erkennbar ist, daß der Detektionsbereich 17 die gleiche maximale Detektionsreichweite wie der Detektionsbereich 5 aus Figur 1 und der Detektionsbereich 16 aus Figur 4 aufweist. Der Detektionsbereich 17 beginnt jedoch nicht in so kurzer Entfernung vor dem Kraftfahrzeug 2 wie der Detektionsbereich 16 nach Figur 4. Dies hat zur Folge, daß sich der Detektionsbereich 17 mit dem Detektionsbereich 4 überschneidet und in den Detektionsbereich 3 teilweise hineinragt.

Im allgemeinen liegen beliebige Überschneidungsmöglichkeiten der unterschiedlichen Detektionsbereiche im Rahmen des erfindungsgemäßen Objektdetektionssystems. Es liegt weiterhin im Rahmen des erfindungsgemäßen Objektdetektionssystems, daß die Anzahl der Detektionsbereiche vermindert oder erhöht werden kann. Diese

Auswahl ist dem Fachmann entsprechend der spezifischen Anforderungen an das jeweilige Objektdetektionssystem überlassen. Ebenso möglich ist eine beliebige Kombination von verschiedenen Objektdetektoren innerhalb eines Detektionsbereiches. Auch hierbei wird die entsprechende Auswahl dem Fachmann überlassen.

Sowohl in dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1 (Detektionsbereiche 3, 4 und 5), in dem nach Figur 4 (Detektionsbereiche 3, 4 und 16) als auch in dem nach Figur 5 (Detektionsbereiche 3, 4 und 17) ist der gesamte Detektionsbereich des Objektdetektionssystems so ausgelegt, daß in jeder Entfernung vom eigenen Kraftfahrzeug die relevanten Bereiche/Teile der an die eigene Fahrspur angrenzenden Fahrspuren beobachtet werden.

In der gesamten vorliegenden Beschreibung ist unter dem Detektionsbereich eines Objektdetektors der meßtechnisch sinnvoll auswertbare Detektionsbereich des physikalischen Detektionsbereiches eines Objektdetektors zu verstehen. Rein physikalisch sind die Grenzen der Detektionsbereiche der beschriebenen Objektdetektoren nicht derart scharf abgrenzbar, wie es in den Figuren gezeigt ist. Die zur Auswertung herangezogenen meßtechnisch sinnvoll auswertbaren Detektionsbereiche sind hingegen durch geeignete Maßnahmen in der Hard- und/oder Software des erfindungsgemäßen Objektdetektionssystems in der Weise abgrenzbar, wie es beispielhaft in den Ausführungsbeispielen gezeigt ist.

5

Ansprüche

10

1. Objektdetektionssystem, insbesondere für ein Kraftfahrzeug (2, 10),
dadurch gekennzeichnet,
daß das Objektdetektionssystem aus einer Kombination von
15 wenigstens drei Objektdetektoren (12, 13, 14, 15)
besteht, die jeweils einen anderen Detektionsbereich
(3, 4, 5, 16, 17) und/oder eine andere
Detektionsreichweite aufweisen.

20

2. Objektdetektionssystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Detektionsbereiche (3, 4, 5, 16, 17) maßgeblich
in Fahrtrichtung vor dem Kraftfahrzeug (2, 10) liegen,
wobei sich die in Fahrtrichtung liegenden
25 Detektionsbereiche (3, 4, 5, 16) überschneiden.

25

3. Objektdetektionssystem nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die maximale Detektionsreichweite des
30 Objektdetektors (15) mit der größten
Detektionsreichweite (5, 16, 17) wenigstens im Bereich
von 100 m liegt.

30

4. Objektdetektionssystem nach Anspruch 3,
35 dadurch gekennzeichnet,

35

daß der Detektionsbereich des Objektdetektors (15) mit der größten Detektionsreichweite (5, 16, 17) in Teilen des Detektionsbereiches (5, 16, 17) wenigstens eine Detektionsbreite aufweist, die eine Detektion von
5 Objekten in zum eigenen Kraftfahrzeug (2, 10) angrenzenden Fahrspuren ermöglicht.

5. Objektdetektionssystem nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,

10 daß die Detektionsreichweite des Objektdetektors (12) mit der geringsten Detektionsreichweite (3, 4) im Bereich unterhalb von 1 m beginnt.

6. Objektdetektionssystem nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,

15 daß der Detektionsbereich des Objektdetektors (12) mit der geringsten Detektionsreichweite (3, 4) wenigstens eine Detektionsbreite aufweist, die der Breite des eigenen Kraftfahrzeugs (2, 10) entspricht.

20 7. Objektdetektionssystem nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,

25 daß die Objektdetektoren (12, 13, 14, 15) nach wenigstens zwei verschiedenen technischen Konzepten arbeiten.

8. Objektdetektionssystem nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,

30 daß als technisches Konzept wenigstens eines der folgenden eingesetzt wird:

- Auf akustischen Signalen basierende Objektdetektion, insbesondere Ultraschall.
 - Auf elektromagnetischer Mikrowellenstrahlung basierende Objektdetektion, insbesondere FMCW-Radar und/oder Pulsradar.
- 35

- Auf Bildauswertung basierende Objektdetektion, insbesondere stereoskopische Kamera und/oder eine CMOS-Kamera.
- Auf gebündeltem Licht basierende Objektdetektion, insbesondere LIDAR.

9. Objektdetektionssystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,

daß drei Detektionsbereiche (3, 4, 5, 16, 17)

unterschieden werden, wobei

- im ersten Detektionsbereich (3) ein auf elektromagnetischer Mikrowellenstrahlung basierender Objektdetektor,
- im zweiten Detektionsbereich (4) ein auf optischer Strahlung und/oder ein auf Bildauswertung basierender Objektdetektor und
- im dritten Detektionsbereich (5, 16, 17) ein auf elektromagnetischer Mikrowellenstrahlung basierender Objektdetektor verwendet wird.

10. Objektdetektionssystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,

- daß der erste Objektdetektor (12) eine Detektionsreichweite von ca. 0,5 m bis ca. 7 m,
- daß der zweite Objektdetektor (13, 14) eine Detektionsreichweite von ca. 2 m bis ca. 40 m und
- daß der dritte Objektdetektor (15) eine Detektionsreichweite von mehr als ca. 40 m hat.

11. Objektdetektionssystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,

daß die von den Objektdetektoren (12, 13, 14, 15) aus den sich überschneidenden Detektionsbereichen gelieferten Meßwerte zu gesonderten Auswertungen genutzt werden.

12. Objektdetektionssystem nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

daß die gesonderten Auswertungen wenigstens

- ein gemeinsames Tracking der detektierten Objekte im
Überschneidungsbereich und/oder

- eine Funktionsüberwachung der Objektdetektoren
und/oder

- eine Plausibilisierung der Meßdaten sind.

13. Objektdetektionssystem nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Objektdetektoren (12, 13, 14, 15) zu wenigstens
einer weiteren Anwendung genutzt werden.

14. Objektdetektionssystem nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet,

daß die weitere Anwendung wenigstens eine der folgenden
ist: Einparkhilfe/Parkpilot, PreCrash-Erkennung,

Anfahrüberwachung, Straßenoberflächen-

/Zustandserkennung, Verkehrszeichenerkennung,

Sichtweitenerkennung, adaptive Lichtverteilung (ALV),

Scheinwerferhöhenverstellung oder

Wettererkennung/Regensensor.

15. Objektdetektionssystem nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Objektdetektionssystem im Rahmen eines

erweiterten Systems zur adaptiven Fahrgeschwindigkeits-
regelung (Stop & Go-System) eingesetzt wird, wobei das

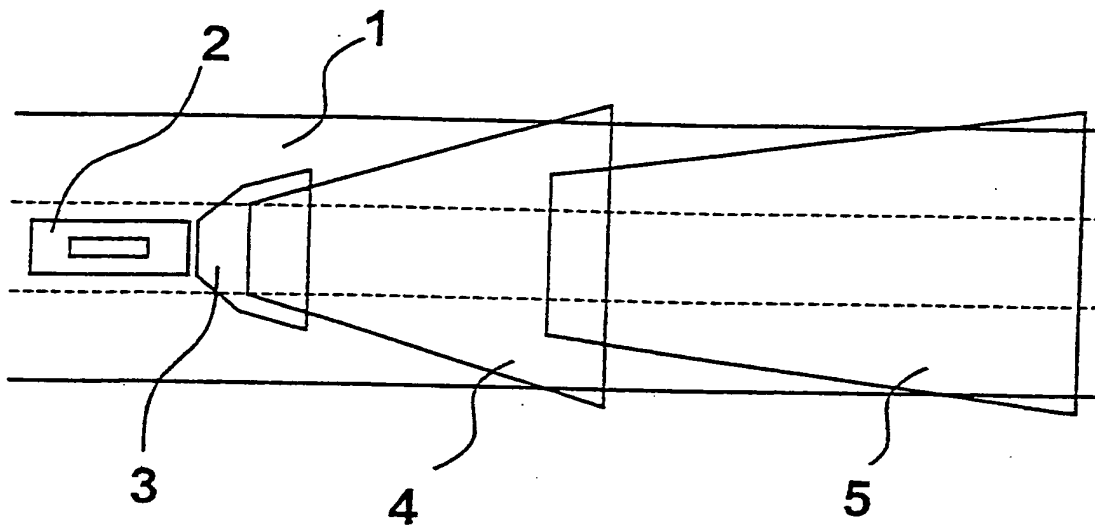
erweiterte System in der Lage ist, die Geschwindigkeit
des Kraftfahrzeugs kontinuierlich zwischen dem

Stillstand und der Höchstgeschwindigkeit des

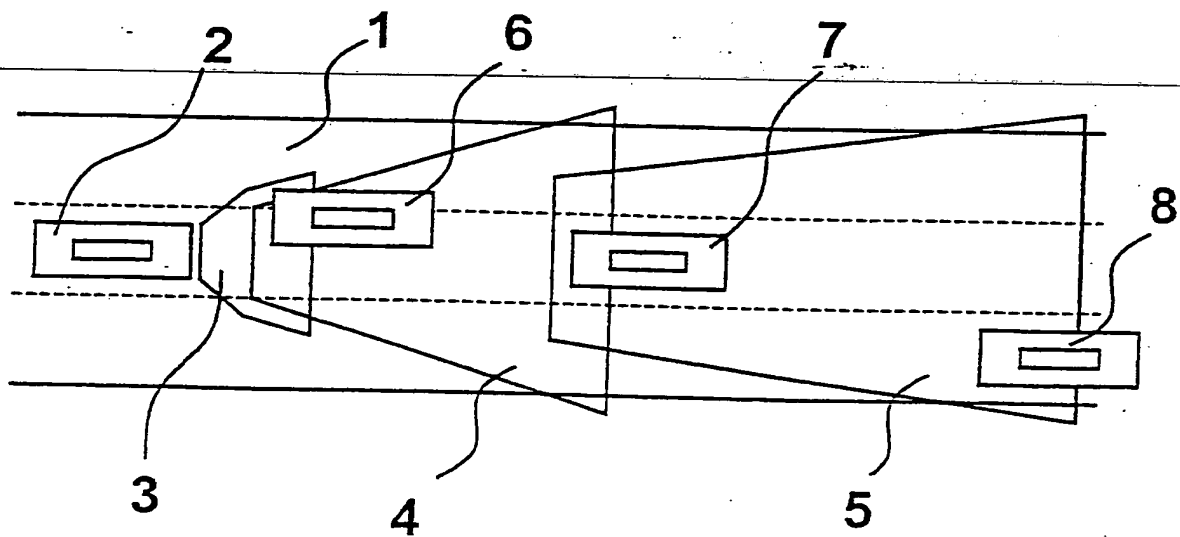
Kraftfahrzeugs (2, 10) zu regeln.

1/3

Figur 1

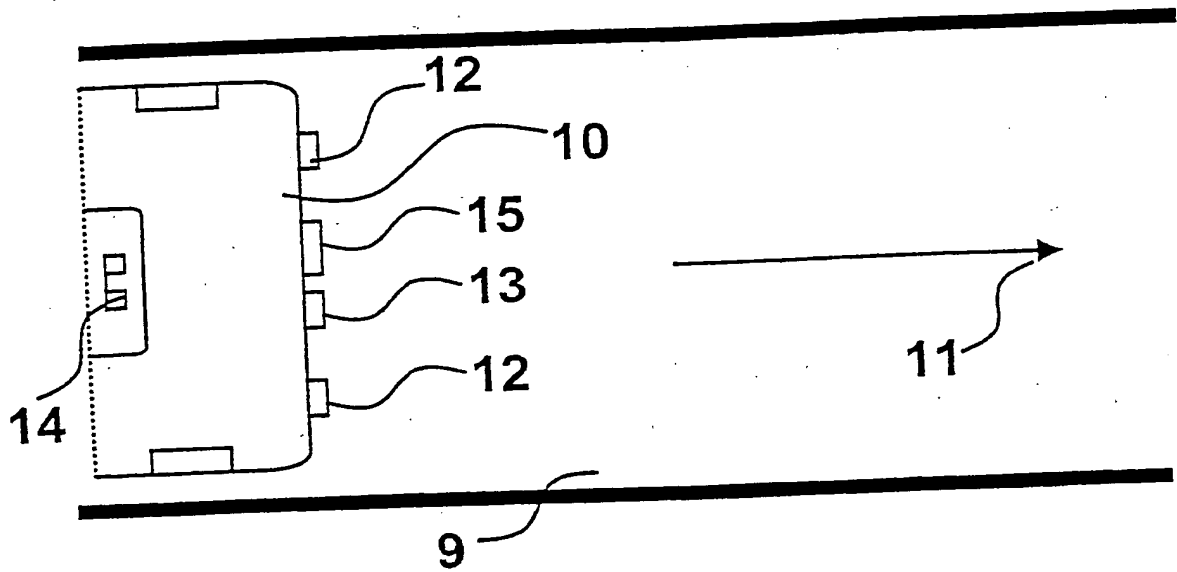


Figur 2

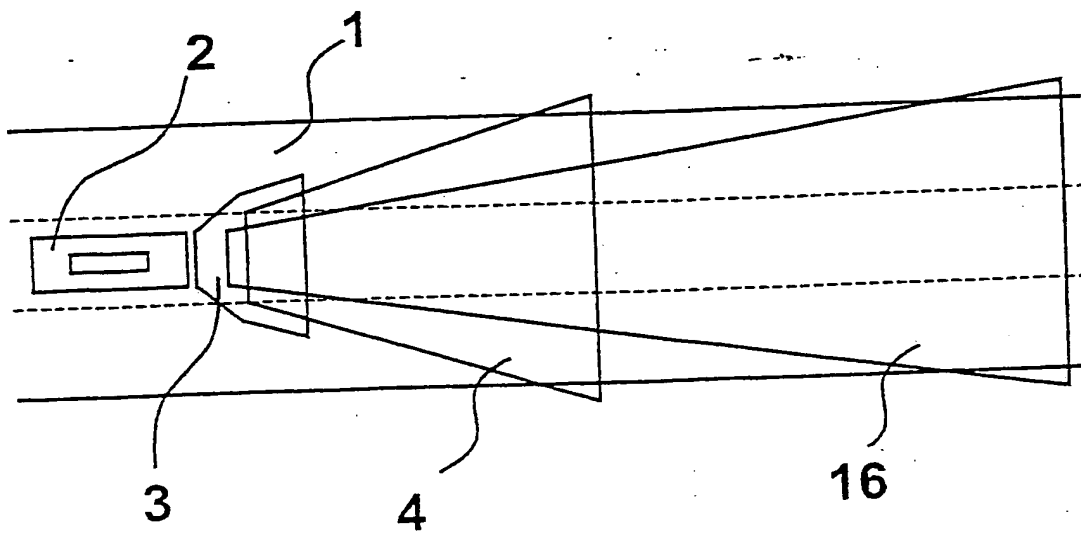


2/3

Figur 3

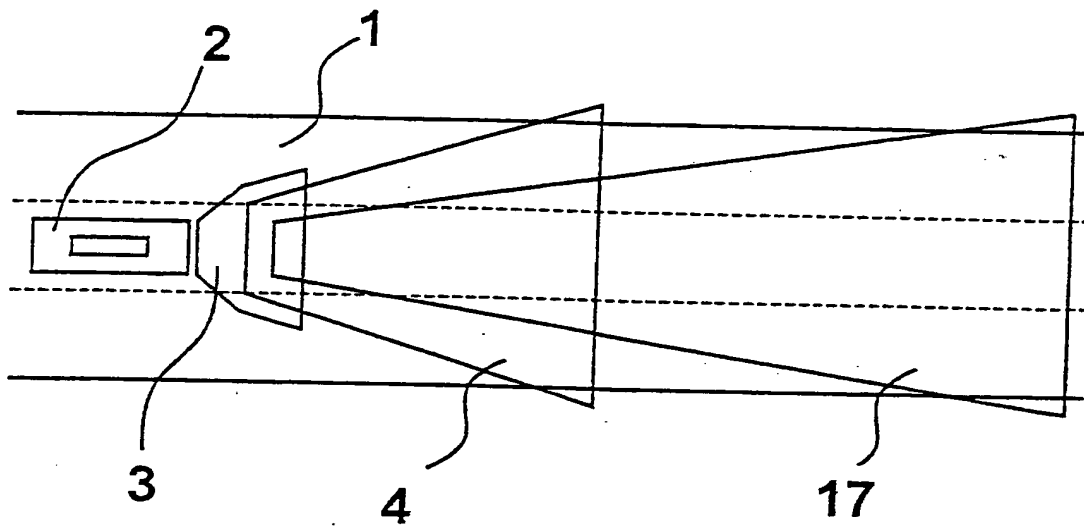


Figur 4



3/3

Figur 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 00/01667

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01S13/86 G01S13/93 G01S17/93 G01S17/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|--------------------------|
| X | EP 0 544 468 A (ISRAEL STATE) 2 June 1993 (1993-06-02) | 1-4, 7-9, 13, 14 |
| Y | abstract; figures 1, 3A, 3C, 4, 7, 8A, 8B column 7, line 17 - line 35 column 8, line 16 - line 46 column 12, line 10 - line 36 | 6 |
| X | US 5 754 123 A (NASHIF PETER JOSEPH ET AL) 19 May 1998 (1998-05-19) abstract; figure 1 column 3, line 5 - line 31 | 1, 2, 5, 7, 8, 13, 14 |
| Y | EP 0 575 814 A (FIAT RICERCHESMA SEGNALAMENTO MARITTIMO ED (IT)) 29 December 1993 (1993-12-29) abstract; figure 1 | 6 |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 October 2000

Date of mailing of the international search report

11/10/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Niemeijer, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/01667

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| EP 0544468 | A | 02-06-1993 | IL 100175 A | 11-11-1994 |
| | | | JP 7098377 A | 11-04-1995 |
| | | | US 5471214 A | 28-11-1995 |
| US 5754123 | A | 19-05-1998 | NONE | |
| EP 0575814 | A | 29-12-1993 | IT 1257225 B | 10-01-1996 |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01S13/86 G01S13/93 G01S17/93 G01S17/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------------|
| X | EP 0 544 468 A (ISRAEL STATE) 2. Juni 1993 (1993-06-02) | 1-4, 7-9, 13, 14 |
| Y | Zusammenfassung; Abbildungen 1, 3A, 3C, 4, 7, 8A, 8B Spalte 7, Zeile 17 - Zeile 35 Spalte 8, Zeile 16 - Zeile 46 Spalte 12, Zeile 10 - Zeile 36 | 6 |
| X | US 5 754 123 A (NASHIF PETER JOSEPH ET AL) 19. Mai 1998 (1998-05-19) | 1, 2, 5, 7, 8, 13, 14 |
| Y | Zusammenfassung; Abbildung 1 Spalte 3, Zeile 5 - Zeile 31 | |
| Y | EP 0 575 814 A (FIAT RICERCHESMA SEGNALAMENTO MARITTIMO ED (IT)) 29. Dezember 1993 (1993-12-29) | 6 |
| | Zusammenfassung; Abbildung 1 | |

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. Oktober 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/10/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Niemeijer, R

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/01667

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 0544468 A | 02-06-1993 | IL 100175 A | 11-11-1994 |
| | | JP 7098377 A | 11-04-1995 |
| | | US 5471214 A | 28-11-1995 |
| US 5754123 A | 19-05-1998 | KEINE | |
| EP 0575814 A | 29-12-1993 | IT 1257225 B | 10-01-1996 |

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)